

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-182526

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)9月18日

G 11 B 7/135  
G 02 B 3/08  
5/18

7247-5D  
7448-2H  
7529-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 光学式情報処理装置

⑯ 特 願 昭59-37537

⑰ 出 願 昭59(1984)2月29日

⑱ 発 明 者 後 藤 顯 也 川崎市幸区堀川町72番地 東京芝浦電気株式会社堀川町工  
場内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

光学式情報処理装置

2. 特許請求の範囲

(1) 光ビーム走査により読取られる情報が記録される記録媒体に情報再生および/または記録用の光ビームを送出する光源と、この光源からの光ビームを前記記録媒体の情報記録面に収束させるためのコリメータレンズと対物レンズを含む光学系と、前記情報記録面から得られた情報を含む光ビームを検出する光検出器とを備えた光学式情報処理装置において、前記光学系の対物レンズとして、前記記録媒体に対向する面が平滑面であり、他方の面に断面が凹凸状をなす同心円状の不等間隔回折格子パターンが形成された、全体が透明材料からなるインライン型グレーティングレンズを用いたことを特徴とする光学式情報処理装置。

(2) 前記光学系のコリメータレンズとしてインライン型グレーティングレンズを用いた特許

請求の範囲第1項記載の光学式情報処理装置。

(3) 前記光学系は、コリメータレンズと対物レンズの他、コリメータレンズと前記光源の間に偏光性ビームスプリッタ、コリメータレンズと対物レンズの間に1/4波長板を有し、前記記録媒体の情報記録面からの情報を含んだ反射光ビームが前記偏光性ビームスプリッタにより分離されて前記光検出器に導かれる特許請求の範囲第1項記載の光学式情報処理装置。

(4) 前記光学系は、前記コリメータレンズと光源との間にビームスプリッタを有し、前記記録媒体の情報記録面からの情報を含んだ反射光ビームが前記ビームスプリッタにより分離されて前記光検出器に導かれる特許請求の範囲第1項記載の光学式情報処理装置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明は、光学式情報処理装置に係り、特に光学式ビデオディスクやデジタルオーディオディスク等のいわゆる光ディスクの情報再生お

よび/または記録に用いられるピックアップヘッド部の光学系の改良に関する。

〔発明の技術的背景とその問題点〕

光ディスクは通常、微細なピットの配列により情報が記録される。光ディスクの情報読取りを行うピックアップヘッドは、半導体レーザ等の光源とフォトダイオード等の光検出器を備え、光源からの光ビームをコリメータレンズにより平行ビームに変換して対物レンズにより光ディスクの情報記録面に収束させて走査し、情報記録面からの反射光ビームを光検出器により検出するようになっている。このピックアップヘッドの光学系において最も重要な部品は、光ビームを光ディスクの情報記録面上で直径1 $\mu$ m程度に絞り込むための対物レンズである。

従来、この対物レンズとしては単レンズを複数枚組合せた複合レンズが用いられていた。これは微細な光ビームスポットを形成するために、球面収差やコマ収差、非点収差、像面彎曲、歪曲等の各種レンズ収差を極力なくすることが必要

だからである。しかしながら、複合レンズによってもレンズ収差を完全に零にすることは不可能である。また高性能の複合レンズは、研磨、組立調整が困難であるため量産が難しく、従って高価であり、更に複数枚のガラスレンズを用いるためにピックアップヘッドの重量が大になるといった欠点があった。

このような問題を解決するため、対物レンズとしてグレーティングレンズを用いることが提案されている。グレーティングレンズは回折格子の一種で、例えばガラス基板上に同心円状をなし、かつ周辺にいくに従ってピッチが徐々に狭くなる不等間隔回折格子パターンを形成したものである。不等間隔回折格子であるために、各部の回折角が少しずつ異なる結果、格子ピッチを適当に設定することにより平行光ビームを一点に収束するレンズ作用をもつ。グレーティングレンズの格子間隔は使用する光ビームの波長オーダーであることが必要であるから、例えばガラス基板上にレジストを塗布し、これを電子

ビーム(EB)描画によってパターンニングすることが行われる。

しかしながら、このようなEB描画によるグレーティングレンズにも問題がある。第1に、レジストによる不透過部分と透過部分を交互に配列して回折現象のみを利用するため、回折効率が20~30%と低い。第2に、一次回折光を光ビームスポットとして収束させようとする場合、零次回折光がビーム収束点とその周辺を照らすと情報読取りに悪影響を与える。このため、一次回折光ビームと入射光ビームが同軸の関係になるインライン型では不都合であり、これらの軸をずらせたオフアクシス型としなければならない。そしてオフアクシス型グレーティングレンズを用いると、光学系の光軸合せが難しくなる。第3に、現在のEB描画技術では、ビーム走査幅が2 $\mu$ m程度であり、必要な径のレンズを得ることは難しい。描画されるレンズ基板側の走査を組合せれば、勿論必要な直径のレンズが得られるが、これでは、1 $\mu$ m程度のビームスポッ

トを得るための微細な回折格子パターンを高精度に作ることはできない。またEB描画によるグレーティングレンズは量産性にも欠ける。

〔発明の目的〕

本発明は上記の点に鑑み、高性能で経費かつ安価なピックアップヘッドをもつ光学式情報処理装置を提供することを目的とする。

〔発明の概要〕

本発明は、光ディスク等の情報再生および/または記録を行うピックアップ部の光学系における対物レンズとして、全体が透明材料からなるインライン型グレーティングレンズを用いる。このグレーティングレンズは、一方の面が平滑面であり、他方の面に断面が鋸歯状をなす同心円状の不等間隔回折格子パターンを形成したので、回折現象によるレンズ作用を主体としながら、屈折によるレンズ作用をも併用することと特徴がある。またこのグレーティングレンズはその平滑面を光ディスクに対向させるように取付けられる。

## 〔発明の効果〕

本発明によれば、複合レンズを対物レンズとする従来の装置に比べてピックアップ部をはるかに軽量、かつ安価に作る事ができる。しかも本発明での対物レンズはグレーティングレンズであるから、本質的にレンズ取違をなくすることができ、微細な光ビームスポットを得ることができる。

また本発明では、EB描画によるレジストパターンを用いたグレーティングレンズと異なり、グレーティングレンズ全体が透明材料であって回折によるレンズ作用の他、屈折によるレンズ作用をも併用する結果、等価的に収束効率ほぼ100%を実現することができる。そしてこのグレーティングレンズをインライン型として光学系の光軸合せも容易に行うことができる。

更に本発明におけるグレーティングレンズは、先端形状が100～200Åのダイヤモンドバイトを用いた最近の超精密旋盤加工により、EB描画では得られない大きな直径のものを精度よ

よく量産したり、レプリカ技術により量産することができる。

更に本発明では、グレーティングレンズの一方の面は平面としてこれを光ディスクに対向させることにより、グレーティング面へのゴミの付着等による対物レンズ性能の劣化を防止することができる。

## 〔発明の実施例〕

以下図面を参照して本発明の実施例を説明する。第1図は一実施例の光学式情報読取装置におけるピックアップ部の光学的構成を示している。1は光源としての半導体レーザーであり、例えば出力3mW、波長780nmの光ビームを送出する。半導体レーザー1からの光ビームは直線グレーティング2によって士一次回折光と零次回折光の3ビームに分割される。一つのビームは情報読取り用であり、他の二つはトラッキング用として用いられる。このグレーティング2から得られる回折光ビームは偏光性ビームスプリッタ3を通過してコリメータレンズ4により平

行光ビームに変換される。そしてこの光ビームは、プリズムミラー5により直角に曲げられ、1/4波長板6を通過して円偏光となって対物レンズ7に入射され、ビームスポットとして光ディスク8のピットが配列された情報記録面に照射される。

光ディスク8からの情報を含んだ反射光ビームは同じ光学系を戻る。このとき、1/4波長板6により偏光面が最初とは90度回転して偏光性ビームスプリッタ3に入り、ここで分離されて凹レンズ、円筒レンズ等を組合せたビーム変換系9を介して光検出器としてのフォトダイオードアレイ10に導かれ、画像または音声信号の他、フォーカス誤差信号、トラッキング誤差信号が得られる。

以上のような構成において、対物レンズ7としては第2図に拡大断面図を示したように、インライン型グレーティングレンズ7<sub>1</sub>を用いている。このグレーティングレンズ7<sub>1</sub>は、全体が透明アクリル等の透明材料により形成され、

光ディスク8に対向する面は平滑面であり、筒体7<sub>2</sub>に保持されて外気にさらされない他方の面に、フレネルレンズにおけると同様の断面が鋸歯状をなす同心円状の回折格子パターンが形成されている。この回折格子ピッチは、グレーティングレンズ7<sub>1</sub>の基板部および光ディスク8のカバーガラス8<sub>1</sub>の厚みと屈折率を考慮した上で、780nmの波長に対して焦点距離4mmとして光ビームが情報記録面8<sub>2</sub>に収束されるように、不等間隔で精密に設定される。このグレーティングレンズ7<sub>1</sub>が単なるグレーティングでない点は、いわゆる通常のグレーティングにおけるような光透過部と遮断部の組合せではなく、隣と隣の間は一定の曲面をもったテーパーにより透明材料の厚みを連続的に変化させて、屈折によるレンズ作用をもたせていることである。この屈折による焦点距離も4mmとなるように、その鋸歯状部分の形状が精密に加工されている。

このようなグレーティングレンズ7<sub>1</sub>は、超

高精密旋盤加工による金型を用いて量産することができる。

次に上記したグレーティングレンズ7, の設計基準を第3図および第4図を用いて詳細に説明する。第3図のz軸は光軸であり、グレーティングレンズ7, の屈折率を $n_g$ 、厚みを $h_g$ 、光ディスクのカバーガラス8, の屈折率を $n_c$ 、厚みを $h_c$ 、ワーキングディスタンスを $d$ としている。図のx軸上の距離で表わされる不等間隔回折格子のピッチは次のようにして求まる。まず、z軸上で、グレーティングレンズ面から光ディスクの情報記録面8, 上のP点までの光学路長は、

$$L(0) = d + n_g h_g + n_c h_c \quad \text{..... (1)}$$

と表わされる。一方、グレーティングレンズ面で中心からxの距離の点から、情報記録面上のビーム収束点P点までの光学路長は、

$$L(x) = \sec \varphi \left\{ d + \frac{n_g^2 h_g}{\sqrt{(n_g^2 - 1) \tan^2 \varphi + n_g^2}} + \frac{n_c^2 h_c}{\sqrt{(n_c^2 - 1) \tan^2 \varphi + n_c^2}} \right\} \quad \text{..... (2)}$$

と表わされる。また距離xは、

$$x = \tan \varphi \left\{ d + \frac{h_g}{\sqrt{(n_g^2 - 1) \tan^2 \varphi + n_g^2}} + \frac{h_c}{\sqrt{(n_c^2 - 1) \tan^2 \varphi + n_c^2}} \right\} \quad \text{..... (3)}$$

である。

いま、グレーティングレンズ面の中心からm番目の格子位置を $x_m$ としたとき、この位置からの一次回折光が中心を直進した透過光と情報記録面上のP点で同位相で重なる条件は、使用波長を $\lambda$ として、

$$L(x_m) = L(0) + m\lambda \quad \text{..... (4)}$$

と表わされる。そこで(4)式を(2)式に代入し、 $x = x_m$ のときの $\varphi_m$ を求め、この $\varphi_m$ を(3)式に代入すれば、 $x_m$ が求まる。一方、この $x_m$ 位置付近での一次回折光がP点で強め合うためには、この付近での格子ピッチ $p$ は、

$$p \sin \varphi_m = \lambda \quad \text{..... (5)}$$

により求まる。

具体的な数値例を挙げる。グレーティングレンズ7, が透明アクリルであって、 $n_g = 1.5$ 、 $h_g = 2.5$  [mm]、ディスクのカバーガラス8, が $n_c = 1.55$ 、 $h_c = 1.2$  [mm]とし、ワーキングディスタンスが $d = 3$  [mm]とすると、グレーティング本数 $N = 884$  [本]で最外周端の半径は $x_N = 2.8$  [mm]となる。また格子ピッチは、中心付近で300 [ $\mu$ m]程度で、周辺に行くにつれて徐々に小さくなり最外周付近で1.5 [ $\mu$ m]程度とすればよい。

次にグレーティング面の鋸歯状断面形状について第4図により説明する。 $x_{m-1} < x < x_m$ におけるグレーティングの高さを $f_m(x)$ とすると

すると、第4図において、

$$f'(x) = -\tan \theta \quad \text{..... (6)}$$

$$\sin \theta = n_g \sin \theta_g \quad \text{..... (7)}$$

$$\sin \varphi = n_c \sin \varphi_g \quad \text{..... (8)}$$

$$\varphi_g = \theta - \theta_g \quad \text{..... (9)}$$

である。これらの式を用いて、屈折した光ビームが前述の情報記録面上のP点に収束するための $f_m(x)$ は、次の(9)~(11)の微分方程式の解として求まる。

$$x = \tan \varphi \left\{ d + \frac{h_g + f_m(x)}{\sqrt{(n_g^2 - 1) \tan^2 \varphi + n_g^2}} + \frac{h_c}{\sqrt{(n_c^2 - 1) \tan^2 \varphi + n_c^2}} \right\} \quad \text{..... (9)}$$

$$\tan \varphi = \frac{n_g \tan \varphi_g}{\sqrt{1 - (n_g^2 - 1) \tan^2 \varphi_g}} \quad \text{..... (10)}$$

$$\tan \varphi_0 = \frac{-f'_m(x) \left\{ n_0^2 - \sqrt{(n_0^2 - 1) [f'_m(x)]^2 + n_0^2} \right\}}{n_0^2 - [f'_m(x)]^2} \quad \dots\dots\dots (11)$$

ただし、境界条件は、 $x=x_m$  で  $f_m(x) = 0$  である。

以上の式から求まる曲面をもった鋸歯状断面とすることによって、回折作用の他、屈折によるレンズ作用を併せ持たせ、波長  $780 \text{ nm}$  の光ビームに対して焦点距離が  $4 \text{ mm}$ 、開口数が約  $0.47$  で、実効的に収束効率約  $100\%$  のグレーティングレンズが得られる。

以上において対物レンズ7の詳細を説明したが、第1図の光学系のうちコリメータレンズ4にも、第5図に示すようなインライン型グレーティングレンズを用いることができる。この場合にも、全体が透明材料からなり、一方の面に断面が鋸歯状をなす不等間隔回折格子パターンが形成されたものとする。ただし回折格子パターンは、第5図から明らかなように楕円状とする点で対物レンズの場合と異なる。これは、通

常のストライプ構造半導体レーザから放射される光ビームが、基板と平行な方向の放射角より垂直方向の放射角が大きく、断面が楕円状のビームとなっており、これを均一径の平行光ビームに変換するためである。このコリメータレンズとしてのグレーティングレンズも対物レンズと同様に超高精密旋盤加工により形成することができる。

以上説明したように本実施例では、機械加工により得られるインライン型グレーティングレンズを対物レンズとして用いており、従来の複合レンズを用いた装置に比べてピックアップ部を軽量化し、かつレプリカ作成技術により安価にすることができる。しかもこのグレーティングレンズは本質的に回折を利用しているためレンズ収差を殆んどなくすることができ、かつ回折現象の他屈折によるレンズ作用をも併用して実効的に収束効率約  $100\%$  が得られ、ピックアップ部の高性能化が可能である。また機械加工により得られるため研磨工程や組立て工程が

不要なので量産性にも優れている。またグレーティングレンズの一方の平滑な面を光ディスクに対向させ、グレーティング面は光学鏡筒内に収めることによって、ゴミやホコリの付着によるレンズ性能の劣化を防止することが可能である。

なお実施例では、情報再生についてのみ説明したが、本発明は同じ光学系を用いて光学的に情報記録を行うようにした装置にも勿論適用することができる。また本発明の装置は、ビデオディスク、オーディオディスクに限らず、同様の原理による光学的メモリの情報処理にも適用することができる。

また、グレーティングレンズの平滑面は、平面でなくてもよく、例えば第6図のようにゆるい一定の曲率をもった球面としてもよい。更に、実施例ではグレーティング面の断面が鋸歯状となる面をフレネルレンズにおけると同様な曲面としたが、第7図に示すように平面で近似しても一定の性能が得られる。

また光学系として、偏光性ビームスプリッタの代りに通常のビームスプリッタを用い、 $1/4$  波長板を省いた構成のものを用いた場合にも本発明は有効である。

#### 4. 図面の簡単な説明

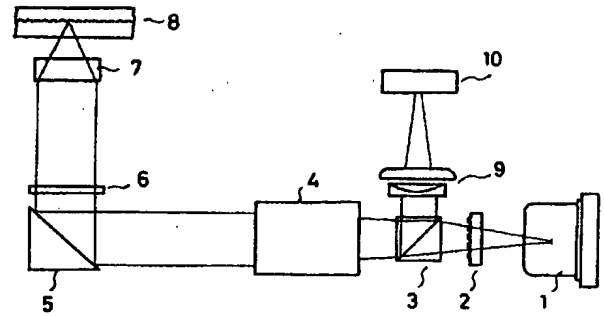
第1図は本発明の一実施例の光学的情報読取装置におけるピックアップ部の光学的構成を示す図、第2図はその対物レンズ部の拡大断面図、第3図および第4図は対物レンズとしてのグレーティングレンズの設計基準を説明するための図、第5図は上記ピックアップ部のコリメータレンズの構成例を示す図、第6図および第7図は対物レンズおよび/またはコリメータレンズに用いるグレーティングレンズの変形例を示す図である。

1…半導体レーザ(光源)、2…グレーティング(等間隔直線状)、3…偏光性ビームスプリッタ、4…コリメータレンズ、5…プリズムミラー、6… $1/4$ 波長板、7…対物レンズ、7'…インライン型グレーティングレンズ、

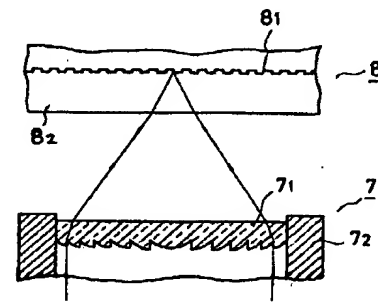
7...筒体、8...光ディスク、8<sub>1</sub>...情報記録面、8<sub>2</sub>...カバーガラス、9...ビーム変換系、10...ホトダイオードアレイ(光検出器)。

出願人代理人 弁理士 鈴 江 武 彦

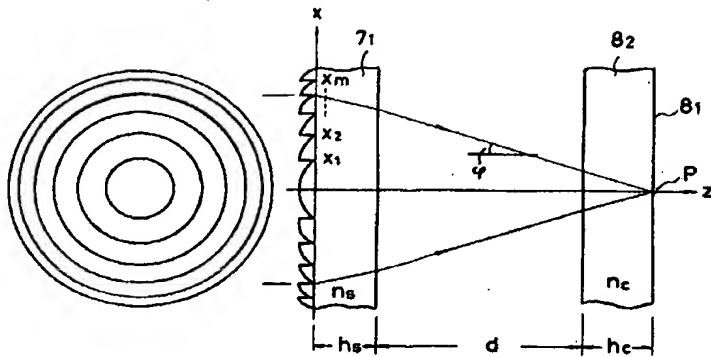
第 1 図



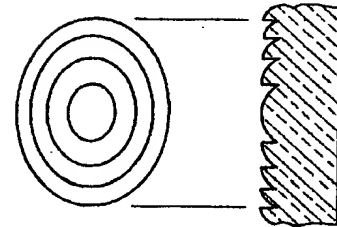
第 2 図



第 3 図

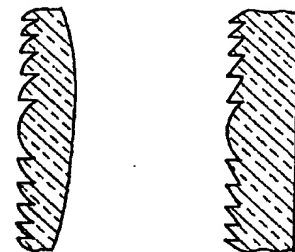


第 5 図



第 6 図

第 7 図



第 4 図

